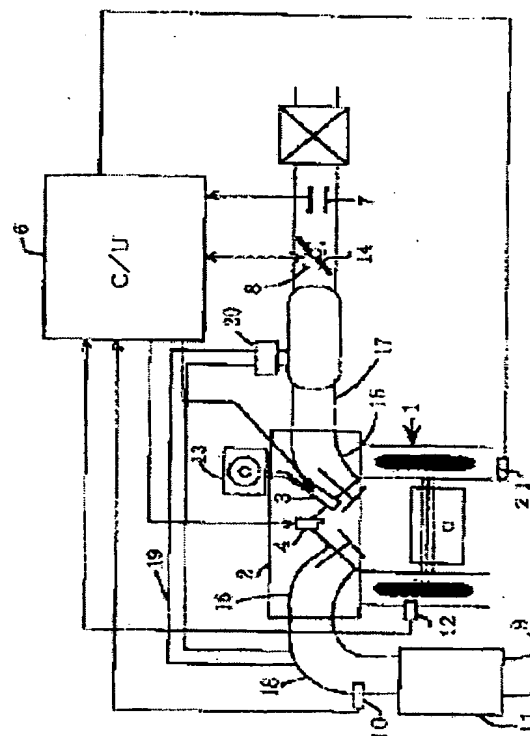


EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE OF ENGINE**Patent number:** JP2002332889**Publication date:** 2002-11-22**Inventor:** KUBO KENGO**Applicant:** NISSAN MOTOR CO LTD**Classification:****- international:** F02D41/04; F01N3/08; F01N3/18; F01N3/24; F01N3/28; F02D45/00**- european:****Application number:** JP20010135878 20010507**Priority number(s):****Abstract of JP2002332889**

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress variations in air-fuel ratio due to an auxiliary injection flow lowering below the minimum flow of a fuel injection nozzle for realizing a rich spike for the desorption and reduction of NO_x and/or SO_x trapped by catalyst by a main injection and an auxiliary injection.

SOLUTION: When NO_x and/or SO_x trapped by catalyst 5 are discharge or reduced, first fuel injection is performed in the suction or compression stroke of an engine 1, and a second fuel injection is performed in an expansion or exhaust stroke, so that the exhaust flowing into the catalyst 5 has a specified air-fuel ratio richer than that during normal operation or a specified flow oxygen density. When the fuel injection is moved from the two steps of fuel injection to a normal fuel injection due only by the first fuel injection, fuel flow by the second fuel injection is decreased gradually, while the fuel flow by the first fuel injection is gradually increased; and when the fuel flow by the second fuel injection is lowered below the specified fuel flow, the second fuel injection is stopped, and the fuel flow by the first fuel injection is increased stepwise.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-332889

(P2002-332889A)

(43) 公開日 平成14年11月22日 (2002. 11. 22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)	
F 0 2 D 41/04	3 3 0	F 0 2 D 41/04	3 3 0 C	3 G 0 8 4
	3 0 5		3 0 5 Z	3 G 0 9 1
	3 3 5		3 3 5 Z	3 G 3 0 1
F 0 1 N 3/08		F 0 1 N 3/08	A	
			G	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2001-135878(P2001-135878)

(22) 出願日 平成13年5月7日(2001.5.7)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 久保 賢吾

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人 100075513

弁理士 後藤 政喜 (外1名)

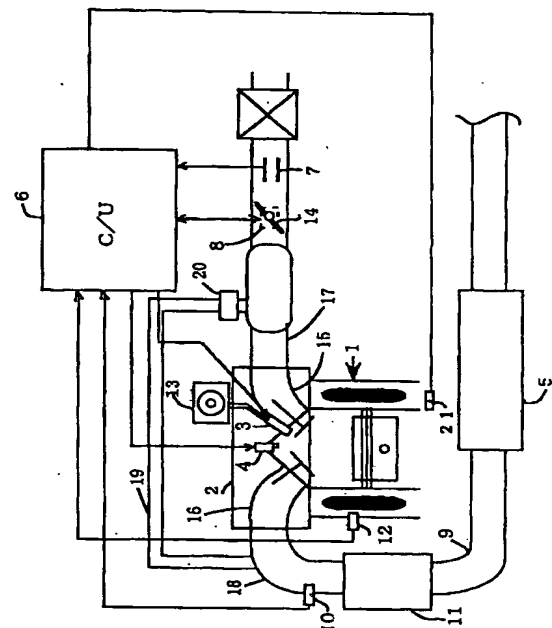
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 触媒にトラップされたNO_xないしSO_xを脱離、還元するためのリッチスパイクを主噴射と副噴射で実現するにあたり、副噴射流量が燃料噴射弁の最小流量を下回ってしまうことによる空燃比バラツキを抑える。

【解決手段】 触媒5にトラップされているNO_xないしSO_xを放出あるいは還元する際に、触媒5に流入する排気が通常運転時よりも濃い所定空燃比あるいは所定の低酸素濃度となるように、エンジン1の吸気または圧縮行程で第1の燃料噴射を行うとともに膨張または排気行程で第2の燃料噴射を行う。この二段階の燃料噴射から通常の第1の燃料噴射のみによる燃料噴射に移行する際には、第1の燃料噴射での燃料流量を徐々に増大しつつ第2の燃料噴射での燃料流量を徐々に減少させていき、第2の燃料噴射での燃料流量が所定の燃料流量を下回るタイミングで第2の燃料噴射を中止するとともに第1の燃料噴射での燃料流量をステップ的に増大させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】エンジンの排気通路に設けられて排気に含まれているNO_xないしSO_xをトラップする触媒と、前記触媒にトラップされているNO_xないしSO_xを放出あるいは還元する際に、前記触媒に流入する排気が通常運転時よりも濃い所定空燃比あるいは所定の低酸素濃度となるように、前記エンジンの吸気または圧縮行程で第1の燃料噴射を行うとともに膨張または排気行程で第2の燃料噴射を行うように前記エンジンの燃料噴射弁を制御する手段と、を備えた排気浄化装置において、前記第1及び第2の燃料噴射を行う際に、前記第1の燃料噴射での燃料流量を増大していくとともに前記第2の燃料噴射での燃料流量を減じていく手段と、前記第2の燃料噴射での燃料流量を減じていった結果、前記第2の燃料噴射での燃料流量が所定の燃料流量を下回る場合には、前記第2の燃料噴射を中止し、前記第1の燃料噴射での燃料流量をステップ的に増大させる手段と、を備えたことを特徴とする排気浄化装置。

【請求項2】前記所定燃料流量は、前記燃料噴射弁の噴射特性に応じて決定される最小燃料流量であることを特徴とする請求項1に記載の排気浄化装置。

【請求項3】前記第2の燃料噴射を中止し前記第1の燃料噴射での燃料流量をステップ的に増大する前は、排気が前記所定空燃比ないし所定の低酸素濃度を維持するように第2の燃料噴射での燃料流量を制御することを特徴とする請求項1または2に記載の排気浄化装置。

【請求項4】第1の燃料噴射での燃料流量をステップ的に増大した後は、前記第1の燃料噴射での燃料流量を減じていくことを特徴とする請求項1から3のいずれか一つに記載の排気浄化装置。

【請求項5】前記第1の燃料噴射での燃料流量を減じていく際の減少度合いは、前記触媒にNO_xないしSO_xがトラップされる運転状態の継続時間に基づき決定されることを特徴とする請求項4に記載の排気浄化装置。

【請求項6】前記第1の燃料噴射での燃料流量を減じていく際の減少度合いは、排気空燃比、エンジン回転速度あるいはエンジン負荷に基づき推定される前記触媒にトラップされているNO_xないしSO_xの量に応じて決定されることを特徴とする請求項4に記載の排気浄化装置。

【請求項7】前記所定空燃比は、理論空燃比または所定のリッチ空燃比であることを特徴とする請求項1から6のいずれかひとつに記載の排気浄化装置。

【請求項8】前記所定空燃比ないし所定の低酸素濃度は、前記触媒にNO_xないしSO_xがトラップされる運転の継続時間に応じて決定されることを特徴とする請求項1から6のいずれかひとつに記載の排気浄化装置。

【請求項9】前記所定空燃比ないし所定の低酸素濃度は、排気空燃比、エンジン回転速度あるいはエンジン負荷に基づき推定される前記触媒にトラップされているNO_xないしSO_xの量に応じて決定されることを特徴とする請求項1から6のいずれか一つに記載の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はエンジンの排気浄化装置に関し、特に、排気中のNO_xをトラップするNO_xトラップ触媒を備えた排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】触媒雰囲気が一時的にリーンのときに排気中のNO_xをトラップする触媒（以下、「NO_xトラップ触媒」という。）をエンジンの排気通路に設けることにより、リーン空燃比運転時にエンジンから排出されるNO_xが大気中に放出されるのを抑える技術が知られている。

【0003】このようなNO_xトラップ触媒においては、触媒にトラップされているNO_x量がある飽和量に達するとNO_xをトラップすることができなくなるため、飽和状態となる前にエンジンを一時的にリッチ空燃比運転に切り換える等してNO_xトラップ触媒に還元剤（CO、HC等）を供給し、トラップされているNO_xを放出、還元する必要がある。また、NO_xトラップ触媒には排気中のSO_xもトラップされ、このSO_xトラップ量が増えるとNO_xトラップ効率が低下するため、トラップされているSO_xを脱離させるために所定のタイミングでエンジンの空燃比を一時的にリッチ側にシフトさせる必要もある（以下、これらの空燃比の一時的なリッチ化制御を「リッチスパイク」という。）。

【0004】特開平11-223148号には、上記リッチスパイクを実行するにあたり、エンジンの目標空燃比を徐々にリッチ空燃比に変化させるように燃料を供給（主噴射）するとともに、エンジンの膨張行程において燃料を追加供給（副噴射）することによって、エンジン出力の変動を抑えつつ排気空燃比を直ちにリッチ空燃比に移行させる技術が開示されている。これによれば、主燃焼に寄与する主噴射流量は徐々に増大されることからエンジン出力が急激に変化することではなく、また、膨張行程で行われる副噴射はエンジンの出力トルクに変動を殆ど及ぼさないことから、出力トルク変動を抑えつつ排気空燃比を直ちにリッチ側にシフトさせることができる。

【0005】

【発明が解決しようとしている問題点】しかしながら、上記公報に開示されている技術においては、副噴射の流量が少なくなると副噴射を正確に行うことが難しくなり、排気空燃比の変動（空燃比バラツキ）を招き、トラップ触媒への還元剤（HC、CO等）の供給が不安定になるという問題があった。これは燃料噴射弁には燃料噴射を正確に行うことができる最小流量が規定されており、副噴射流量がこの最小流量よりも少なくなると副噴射を精度良く行うことが難しくなるからである。

【0006】本発明は、かかる技術的課題を鑑みてなされたものであり、触媒にトラップされているNO_x、SO_xを放出、還元するためのリッチスパイクを主噴射と副噴射で実現するにあたって、副噴射流量が燃料噴射弁の最小流量を下回ってしまうことによる空燃比バラツキを抑え、排気触媒に還元剤を安定して供給できるようにすることを目的とする。

【0007】

【問題点を解決するための手段】第1の発明は、エンジンの排気通路に設けられて排気に含まれているNO_xないしSO_xをトラップする触媒と、前記触媒にトラップされているNO_xないしSO_xを放出あるいは還元する際に、前記触媒に流入する排気が通常運転時よりも濃い所定空燃比あるいは所定の低酸素濃度となるように、前記エンジンの吸気または圧縮行程で第1の燃料噴射を行うとともに膨張または排気行程で第2の燃料噴射を行うように前記エンジンの燃料噴射弁を制御する手段とを備えた排気浄化装置において、前記第1及び第2の燃料噴射を行う際に、前記第1の燃料噴射での燃料流量を増大していくとともに前記第2の燃料噴射での燃料流量を減じていく手段と、前記第2の燃料噴射での燃料流量を減じていった結果、前記第2の燃料噴射での燃料流量が所定の燃料流量を下回る場合には、前記第2の燃料噴射を中止し、前記第1の燃料噴射での燃料流量をステップ的に増大させる手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0008】第2の発明は、第1の発明において、前記所定燃料流量が、前記燃料噴射弁の噴射特性に応じて決定される最小燃料流量であることを特徴とするものである。

【0009】第3の発明は、第1または第2の発明において、前記第2の燃料噴射を中止し前記第1の燃料噴射での燃料流量をステップ的に増大する前は、排気が前記所定空燃比ないし所定の低酸素濃度を維持するように第2の燃料噴射での燃料流量を制御することを特徴とするものである。

【0010】第4の発明は、第1から第3の発明において、第1の燃料噴射での燃料流量をステップ的に増大した後、前記第1の燃料噴射での燃料流量を減じていくことを特徴とするものである。

【0011】第5の発明は、第4の発明において、前記第1の燃料噴射での燃料流量を減じていく際の減少度合いが、前記触媒にNO_xないしSO_xがトラップされる運転状態の継続時間に基づき決定されることを特徴とするものである。

【0012】第6の発明は、第4の発明において、前記第1の燃料噴射での燃料流量を減じていく際の減少度合いが、排気空燃比、エンジン回転速度あるいはエンジン負荷に基づき推定される前記触媒にトラップされているNO_xないしSO_xの量に応じて決定されることを特

徴とするものである。

【0013】第7の発明は、第1から第6の発明において、前記所定空燃比が、理論空燃比または所定のリッチ空燃比であることを特徴とするものである。

【0014】第8の発明は、第1から第6の発明において、前記所定空燃比ないし所定の低酸素濃度が、前記触媒にNO_xないしSO_xがトラップされる運転の継続時間に応じて決定されることを特徴とするものである。

【0015】第9の発明は、前記第1から第6の発明において、前記所定空燃比ないし所定の低酸素濃度が、排気空燃比、エンジン回転速度あるいはエンジン負荷に基づき推定される前記触媒にトラップされているNO_xないしSO_xの量に応じて決定されることを特徴とするものである。

【0016】

【作用及び効果】したがって、本発明が適用される排気浄化装置においては、リーン空燃比運転が継続することにより触媒にトラップされているNO_x量（あるいはSO_x量）が増えると、触媒に流入する排気空燃比を通常運転時よりも濃い所定の空燃比（理論空燃比ないし所定のリッチ空燃比）あるいは所定の低酸素濃度とし、NO_xトラップ触媒にトラップされているNO_xを放出、還元処理する制御が行われる。

【0017】このとき、燃料噴射が吸気または圧縮行程における第1の燃料噴射（主噴射）と膨張または排気行程における第2の燃料噴射（副噴射）とに分けて行われ、エンジン出力の変動が抑えられる。また、この二段階の燃料噴射から通常的主噴射のみの燃料噴射に復帰する際、前記所定の空燃比あるいは所定の低酸素濃度が維持されるように主噴射量を徐々に増大させつつ副噴射量を徐々に減少させていくが、副噴射の燃料流量が所定流量（例えば、燃料噴射弁の最小流量）よりも少なくなる前に主噴射のみの燃料噴射に切り換えられる。

【0018】このように副噴射流量が所定流量よりも少なくなるタイミングで副噴射を中止し、主噴射のみによる燃料噴射に切り換えることにより、副噴射の燃料流量が最小流量以下となって燃料流量のバラツキが大きくなることによる空燃比バラツキが抑えられ、触媒に安定して還元剤（HC、CO等）を供給することができる。なお、NO_xトラップ触媒にはNO_xのみならずSO_xもトラップされ（SO_x被毒）、これによってもNO_xのトラップ効率が低下するため、トラップされているSO_xの量が多くなったときも同様の処理が行われる。

【0019】上記空燃比のリッチシフトあるいは低酸素濃度化の度合いは、トラップされているNO_x等が効率よく放出、還元されるように、触媒にNO_x等がトラップされる運転状態の継続時間や、触媒にトラップされているNO_x等の量に応じて設定される。

【0020】また、主噴射のみの燃料噴射に切り換えるときには、それによる燃焼混合気空燃比のリッチレベ

ル(あるいは低酸素濃度の度合い)を一旦最大レベルまでステップ的に切り換え、その後徐々に減少していくようにし、このときの減少度合いを調節することで、排気がリッチ(あるいは低酸素濃度)の状態が触媒に NO_x 等がトラップされる運転状態の継続時間、あるいは触媒にトラップされている NO_x 等の量に応じて継続するようにする。トラップされている NO_x あるいは SO_x は触媒雰囲気のリッチになると直ちに放出される成分と触媒雰囲気のリッチになってから徐々に放出される成分とに分けることができるが、これにより、両成分を効果的に処理することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づき本発明の実施の形態について説明する。

【0022】図1はこの発明に係る筒内直接噴射式エンジンの排気浄化装置の概略構成を示し、エンジン1は、運転モードを切り換えることで吸気行程噴射または圧縮行程噴射(主噴射)を実施することができる筒内噴射型火花点火式ガソリン内燃機関である。このエンジン1は、理論空燃比(ストイキ)、リッチ空燃比あるいはリーン空燃比で運転することができる。

【0023】また、エンジン1のシリンダヘッド2には、気筒毎に点火プラグ4、燃料噴射弁3が取り付けられており、これにより、燃焼室内に直接燃料を噴射することができる。また、燃料噴射弁3の上流には、燃料ポンプ13が接続されており、燃料を燃料噴射弁3から燃焼室内に向けて任意の燃圧で噴射することができる。

【0024】ここで燃料噴射弁3の特性について説明すると、燃料噴射弁3から噴射される燃料流量は、燃料ポンプ13の燃料吐出圧と燃料噴射弁3の開弁時間に応じて決定される。燃料噴射弁3の開弁時間と燃料流量の関係は図2に示すようにある開弁時間以上では開弁時間と燃料流量はほぼ比例関係となるが、その開弁時間より開弁時間が短くなると、すなわち燃料流量がその開弁時間に対応する燃料流量よりも少なくなると比例関係が崩れ、燃料流量バラツキも大きくなる。

【0025】図3は燃料流量と燃料流量バラツキとの関係を示したものである。これに示されるように、最小流量(例えば、上記比例関係が保たれなくなる流量)よりも燃料流量が少なくなると燃料流量バラツキが大きくなり、燃料噴射を精度良く行うことが難しくなる。

【0026】図1に戻り、エンジン1のシリンダヘッド2には、気筒毎に吸気ポート15が形成され、吸気ポート15と連通するように吸気マニホールド17が接続されている。その反対側には、気筒毎に排気ポート16が形成され、排気ポート16と連通するように排気マニホールド18が接続されている。これら吸気マニホールド17と排気マニホールド18の間にはEGR通路19、EGR弁20が設けてあり、運転条件に応じて排気ガスの循環量が調節される。

【0027】排気マニホールド18には、排気浄化触媒(三元触媒)11が接続され、さらに排気通路9を介して排気浄化触媒5が接続されている。また、排気マニホールド18には、排気中の酸素量に基づいて燃焼室内の空燃比を検出する空燃比センサ10が設けられている。

【0028】触媒5はいわゆる NO_x トラップ触媒であり、流入する排気空燃比がリーンの時に排気中の NO_x をトラップするとともに、流入する排気空燃比がストイキまたはリッチの時に NO_x を放出、還元する。典型的には、白金(Pt)等の貴金属と NO_x トラップ剤とを担持した基材のコート層をハニカム担体上に形成したものである。上記 NO_x トラップ剤は、セシウム(Cs)、ナトリウム(Na)、カリウム(K)、リチウム(Li)等のアルカリ金属、バリウム(Ba)、カルシウム(Ca)等のアルカリ土類、ランタン(La)、イットリウム(Y)等の希土類から選ばれた少なくとも一つを含んでいる。なお、ここでは触媒5はリッチ雰囲気ないしストイキ雰囲気のときにトラップされている NO_x を放出するとしているが、低酸素濃度雰囲気のときにトラップされている NO_x を放出するものであってもよい。この場合は、例えば、リーンの度合いを強リーン($A/F=40$)から弱リーン($A/F=20$)に変更したときでも NO_x の放出が行われる。

【0029】さらに、排気浄化装置にはコントロールユニット6が設けられており、コントロールユニット6は入出力装置、記憶装置(ROM、RAM)、中央演算処理装置(CPU)、タイマカウンタ等を備えている。このコントロールユニット6により、エンジン1を含めた本発明に関わる排気浄化装置の総合的な制御が行われる。

【0030】コントロールユニット6の入力側には、上記空燃比センサ10の他、エンジン1の吸入空気量を検出するエアフローメータ7、スロットル14の開度を検出するスロットル開度センサ8、エンジン1の冷却水温を検出する水温センサ12、エンジン1の回転速度を検出するクランク角センサ21等の各種センサからの検出情報が入力される。また、出力側には、燃料噴射弁3や点火プラグ4等が接続されており、各種センサからの検出情報に基づき演算された燃料流量や点火時期等の値が出力される。

【0031】以下、このコントロールユニット6が実行する空燃比切り換え制御について図4に示すフローチャートを参照しながら説明する。

【0032】これによると、まず、ステップS1で運転条件(空気流量、エンジン回転速度等)が読み込まれる。ここで、空気流量は、代表的にはエンジン1の吸気通路に設けられているエアフローメータ7で検出される。ステップS2ではこれらの信号に基づき目標空燃比を算出され、ステップS3では吸入空気量からステップS2の目標空燃比となるように燃料噴射流量(主噴射流

量)が算出される。触媒5にトラップされている NO_x ないし SO_x を放出、還元処理するための空燃比切り換え制御が行われるときは、エンジン1の目標空燃比はリーン空燃比から徐々に理論空燃比ないしリッチ空燃比に近づくように変更され、これに対応して主噴射流量は徐々に増加する。なお、触媒5が低酸素濃度で NO_x ないし SO_x を放出する特性を有する場合は、エンジン1の排気の酸素濃度が徐々に低くなるように制御してもよい。

【0033】ステップS4では、フラグFRSの値に基づき空燃比切り換え制御中であるか否かが判断される。空燃比切り換え制御中、すなわちフラグFRSが「1」の場合にはステップS5に進み、空燃比切り換え中でない場合すなわちフラグFRSが「1」以外の際にはステップS10に進む。フラグFRSは触媒5にトラップされている NO_x 、 SO_x を放出、還元処理する条件(前回の放出、還元処理から所定時間経過した、排気空燃比等に基づき推定した NO_x 、 SO_x トラップ量が所定量に達した等)が成立したときに「1」に設定され、放出、還元処理が終了したときに「0」に設定される。

【0034】ステップS4でフラグFRSが「1」の場合にはステップS5に進み、副噴射を実行するとして副噴射流量 Q_b が算出される。この副噴射流量 Q_b は、空燃比切り換え時に変化する目標空燃比と触媒5にトラップされている NO_x 、 SO_x を効果的に放出、還元するのに要求される所定のリッチ空燃比との差分に相当する流量となるように、すなわち前記主噴射に加えて副噴射が行われることにより排気空燃比が所定のリッチ空燃比となるように算出される。ここでの所定のリッチ空燃比としては、例えば触媒5に NO_x 、 SO_x がトラップされる運転の継続時間、排気空燃比、エンジン回転速度、エンジン負荷等から推定される NO_x 、 SO_x トラップ量等に応じて決定され、例えば $A/F=1.2$ 程度の値に設定される。

【0035】ステップS6ではステップS5で算出された副噴射の燃料流量 Q_b が燃料噴射弁3の最小流量 Q_{\min} よりも小さいか否かが判定される。最小流量 Q_{\min} は燃料噴射弁3の特性(噴射性能)により決まるものであり、図3に示したように噴射される燃料流量のバラツキが大きくなり始める流量に設定されている。そして、副噴射流量 Q_b が最小流量 Q_{\min} 以上と判定された場合は、ステップS9に進み、主噴射に続いて副噴射が実行される。このときの排気空燃比は所定のリッチ空燃比に維持される。

【0036】これに対し、ステップS5で算出された副噴射流量 Q_b が最小流量 Q_{\min} よりも小さい場合はステップS7、S8に進み、副噴射が中止され、従来の主噴射のみによるリッチ空燃比制御が実行される。このとき、まず主噴射流量をステップ的に増大させた後にリッチレベルを徐々に減少させる微分制御が行われ、その後、空燃

比センサ10で検出される排気空燃比が要求される空燃比(例えばストイキ空燃比)に近づくように燃料流量を補正する空燃比フィードバック制御につなげられる。

【0037】主噴射によるリッチ化の度合い(主噴射流量の最初のステップ的な増加量)を規定するリッチレベル基本量 $LRP(i)$ 、主噴射流量をステップ的に増加させてから主噴射流量を徐々に減少させて通常空燃比フィードバック制御に移行するまでの時間を規定するリッチ継続時間基本量 $I\alpha(i)$ は、それぞれコントロールユニット6のROM内に記憶されているテーブルを参照することによって設定される。

【0038】これらリッチレベル基本量 $LRP(i)$ 、リッチ継続時間基本量 $I\alpha(i)$ を設定するためのテーブルは、推定 NO_x トラップ量、推定 SO_x トラップ量、あるいは触媒5に NO_x 、 SO_x がトラップされるリーン運転の継続時間(リーン継続時間)に応じて設定されている。

【0039】例えば、リッチレベル基本量設定テーブルは図5に示すようにエンジン回転速度、エンジン負荷、排気空燃比等に基づき推定される NO_x トラップ量に応じて設定され、ある NO_x トラップ量まではリッチレベル基本量 $LRP(i)$ は NO_x トラップ量に比例して大きくなり、ある NO_x トラップ量以上では NO_x トラップ量に関係なくほぼ一定の値となるように設定される。また、リッチ継続時間基本量テーブルは図6に示すように推定 NO_x トラップ量に応じて設定され、リッチ継続時間基本量 $I\alpha(i)$ は NO_x トラップ量が多くなるにつれ小さくなる、すなわちリッチスパイクを継続する時間が長くなるように設定される。

【0040】なお、推定 SO_x トラップ量、リーン継続時間に応じて設定される場合も同様のテーブルとなる。また、ここではテーブルを参照することによってリッチレベル基本量 $LRP(i)$ 、リッチ継続時間基本量 $I\alpha(i)$ を設定しているが、推定 NO_x トラップ量、推定 SO_x トラップ量、リーン継続時間から演算式等を用いて設定することもできる。

【0041】このように、副噴射流量が最小燃料流量以下となるタイミングで、副噴射を中止し、主噴射のみによるリッチ空燃比制御に移行することにより、燃料噴射精度を確保し、排気空燃比のバラツキを抑えることができる。また、触媒5にトラップされている NO_x ないし SO_x の量が多いときはリッチ継続時間基本量 $I\alpha(i)$ に小さな値が設定されてリッチスパイクの継続時間が長くなるので、トラップされている NO_x ないし SO_x のうち放出速度の遅い成分についても良好に放出、還元処理することができる。

【0042】次に、上記排気浄化装置の全体的な作用について説明する。ここでは、エンジン1が圧縮行程で主噴射が行われており、且つリーン空燃比運転されている場合を例に挙げて説明する。

【0043】リーン空燃比で運転を行うような酸化雰囲気

気の場合、触媒5は流入してくる排気中のNO_xをトラップしNO_xの大気への排出量は抑えられるが、NO_xトラップ量が所定の飽和量に近づくとNO_xトラップ効率が低下してくるため、トラップしたNO_xを放出、還元除去する必要がある。そこで、本装置では、例えば予め設定された所定周期でエンジン1の目標空燃比を一時的に小さくして燃料流量を増量することによってリッチ空燃比運転を行い（リッチスパイク）、触媒5を強制的に還元雰囲気とし、トラップされているNO_xを放出還元処理する。なお、触媒5にトラップされるSO_x量が増大したときも同様のリッチスパイクが実行される。

【0044】リッチスパイクを行うにあたっては、エンジン1の出力トルク変動を抑制することを目的としてエンジン1の目標空燃比が理論空燃比ないしリッチ空燃比に向けて徐々に変更され、主燃焼に寄与する主噴射がこの目標空燃比に応じて行われる。さらに、この目標空燃比の変更に合わせて排気空燃比を目標とするリッチ空燃比へと移行させるためにエンジンの膨張行程または排気行程において燃料が燃料室内に噴射（副噴射）される。このときの副噴射における燃料流量は排気空燃比が目標とするリッチ空燃比ないし理論空燃比となるようにエンジンの目標空燃比と要求される排気空燃比との差分に応じて設定される。

【0045】エンジン1の目標空燃比がリッチ空燃比に移行するに従い、すなわちエンジン1の目標空燃比が要求される排気空燃比に近づくとつれて副噴射の燃料流量は減少するが、副噴射流量が図3に示した燃料噴射弁の最小流量以下となる場合には、副噴射が中止され、主噴射流量をステップ的に増大させてリッチ空燃比を実現する方式（制御開始時に燃焼混合気の空燃比をリッチレベルを最大とし、その後徐々に減少させる方式）に切り換えられる。

【0046】図7は触媒5にトラップされているNO_xを放出、還元するために空燃比がリーンからリッチに切り換えられるときの様子を示したものである。

【0047】これによると、時刻 t_1 でリーン運転継続時間が所定時間に達した（あるいは推定NO_xトラップ量、SO_xトラップ量が所定量に達した）と判断されると、図7（a）に示すように、コントロールユニット6内部で空燃比切り換え指令（フラグFRS→1）が出され、エンジン1の目標空燃比がリーン空燃比から理論空燃比ないしリッチ空燃比に切り換えられる。このとき、エンジン1の目標空燃比は直ちにリッチ空燃比にはならず、図7（b）に示すように徐々にリッチ空燃比に近づくように変更される。目標空燃比を変化させる度合い（変化速度）はエンジン1のトルク変動が許容範囲内に収まるように設定され、この目標空燃比に応じて図7（d）に示すように主噴射が行われる。

【0048】さらに、主噴射に併せて、図7（c）に示すように、エンジン1が膨張行程にあるときにおいて燃

料噴射弁3から燃料が噴射される（副噴射）。この副噴射では、図7（f）に示すように、排気空燃比が所定のリッチ空燃比（例えばA/F=12）となるように噴射される。具体的には、副噴射では、空燃比切り換えにより変化する目標空燃比と所定のリッチ空燃比との差分に相当する量の燃料が燃料噴射弁より噴射される。なお、排気空燃比は空燃比センサによって常時検出されており、また、副噴射の時期は、膨張行程または排気行程の間で任意とする。

【0049】このような副噴射を行うことにより、噴射された燃料の一部が燃焼室内の残存酸素の存在によって燃焼するものの、燃料過剰状態であるためにHC、COが多く排出されることになる。つまり、副噴射を行うことにより、エンジン1の目標空燃比を徐々に変化させつつも、空燃比切り換え開始直後からNO_xの放出、還元処理に必要なHC、CO等を触媒5に供給することができ、速やかに触媒5にトラップされているNO_xを脱離還元することができる。

【0050】また、副噴射は膨張行程においてが行われ、ピストンが下降を開始した後に燃料を追加供給することになるので、副噴射がエンジン1の出力トルクに影響を与えることは殆どない。つまり、NO_xトラップ触媒のNO_x放出、還元を行う際、エンジン出力を殆ど変動させることなく空燃比切り換え開始直後から還元剤（HC、CO等）を供給することができる。

【0051】また、空燃比切り換えが進むにつれて主噴射の燃料量が多くなり、排気空燃比を実現するための副噴射流量は少なくなるが、副噴射燃料量が燃料噴射弁3の最小流量を下回ると、図3に示したように燃料流量バラツキが大きくなり、排気空燃比もバラツキことになって、NO_xトラップ触媒に安定した還元剤が供給できなくなる。しかし、本発明によれば副噴射の燃料流量が燃料噴射弁5の最小燃料量 Q_{min} 以下となった場合には（時刻 t_2 ）、主噴射による燃料増量に切り換えられ、安定した還元剤供給が確保される。

【0052】このとき主噴射による燃料増量制御は、制御開始時に燃焼混合気の空燃比のリッチレベルをステップ的に最大リッチレベルまで増大させるものである。そして、この最大リッチレベルからリッチレベルを減少する微分制御が行われ、この減少速度、つまり微分値（リッチ継続時間基本量 $I\alpha(i)$ ）によってリッチ状態維持時間が決定される。具体的には、NO_xトラップ量、SO_xトラップ量が多いほどリッチ継続時間基本量 $I\alpha(i)$ に小さな値が設定されてリッチ状態が継続する時間が長くなる。これによって、トラップされているNO_x、SO_xのうち、脱離速度の遅い成分も効果的に処理することができる。

【0053】その後、空燃比センサ10で検出される排気空燃比が目標空燃比（ここではストイキ）に達すると（時刻 t_3 ）、排気空燃比を目標空燃比に近づけるよう

に燃料流量を補正する空燃比フィードバック制御に移行し、安定した燃焼が確保される。

【0054】以上説明したように、本発明に係る排気浄化装置においては、空燃比切り換え時の副噴射を行う際に、燃料噴射弁の最小流量に達した場合には副噴射を主噴射に切り換え、通常の燃料増量制御に切り換えるようにしたことにより、排気空燃比のバラツキを最小限に抑え、触媒に還元剤を安定して供給することができる。

【0055】また、通常の主噴射のみによる燃料増量制御に切り換えられた後は、リッチレベルを徐々に減少させる微分制御が行われるので、トラップされているNO_xのうち脱離速度の遅い成分についても良好に浄化処理することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る筒内直接噴射式エンジンの排気浄化装置の概略図である。

【図2】燃料噴射弁の開弁時間と噴射される燃料流量との関係を示した特性図である。

【図3】噴射される燃料流量と燃料流量のバラツキとの関係を示した特性図である。

【図4】燃料噴射制御を説明するためのフローチャートである。

【図5】推定NO_xトラップ量とリッチレベル基本量LR P(i)との関係を規定するテーブルの例である。

【図6】推定NO_xトラップ量とリッチ継続時間基本量

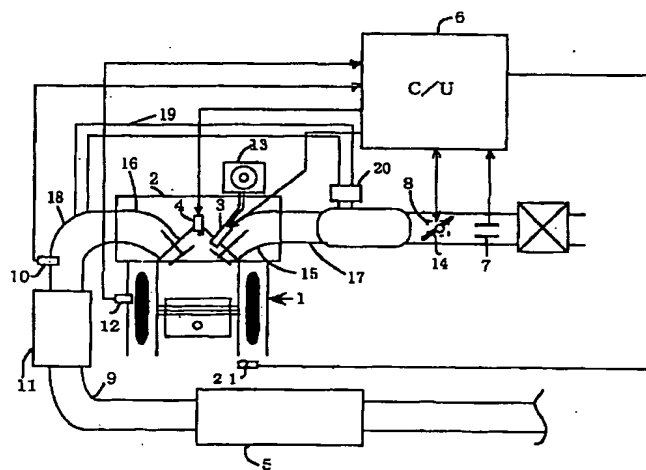
lα(i)との関係を規定するテーブルの例である。

【図7】本発明の作用を説明するためのタイムチャートで、NO_xを放出還元処理するために空燃比がリーンからリッチに切り換えられるときの様子を示す。

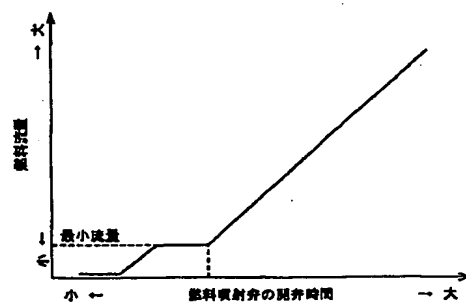
【符号の説明】

- 1 エンジン
- 2 シリンダヘッド
- 3 燃料噴射弁
- 4 点火プラグ
- 5 排気浄化触媒 (NO_xトラップ触媒)
- 6 コントロールユニット
- 7 エアフローメータ
- 8 スロットルセンサ
- 9 排気通路
- 10 空燃比センサ
- 11 三元触媒
- 12 水温センサ
- 13 燃料ポンプ
- 14 スロットル弁
- 15 吸気ポート
- 16 排気ポート
- 17 吸気マニホールド
- 18 排気マニホールド
- 19 EGR通路
- 20 EGR弁

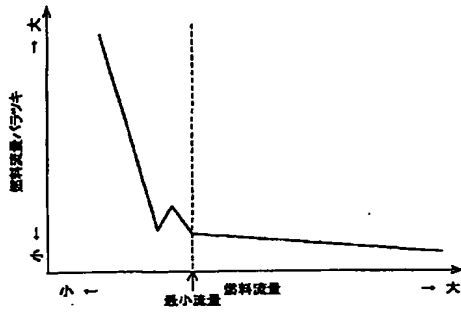
【図1】



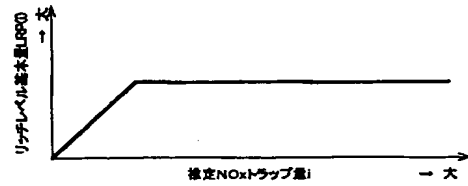
【図2】



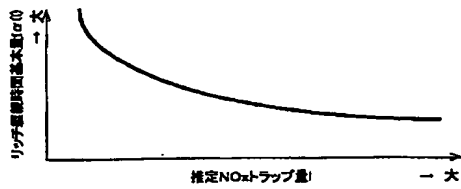
【図3】



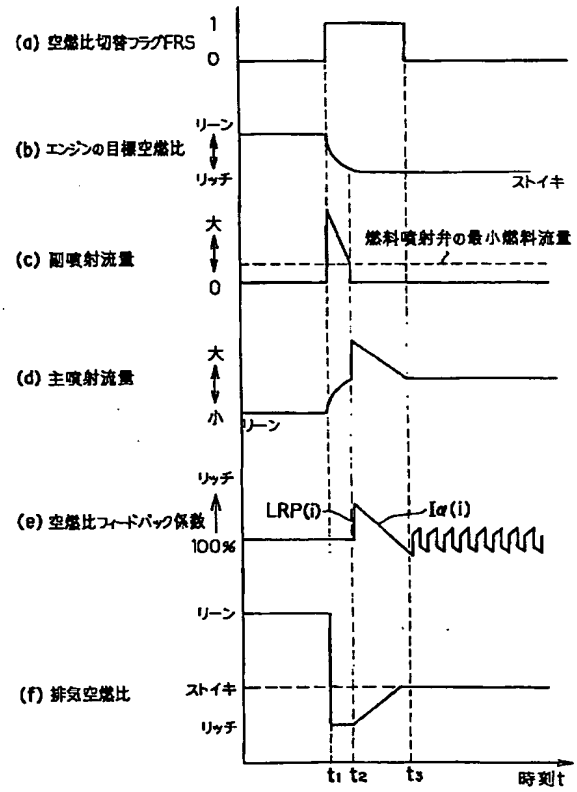
【図5】



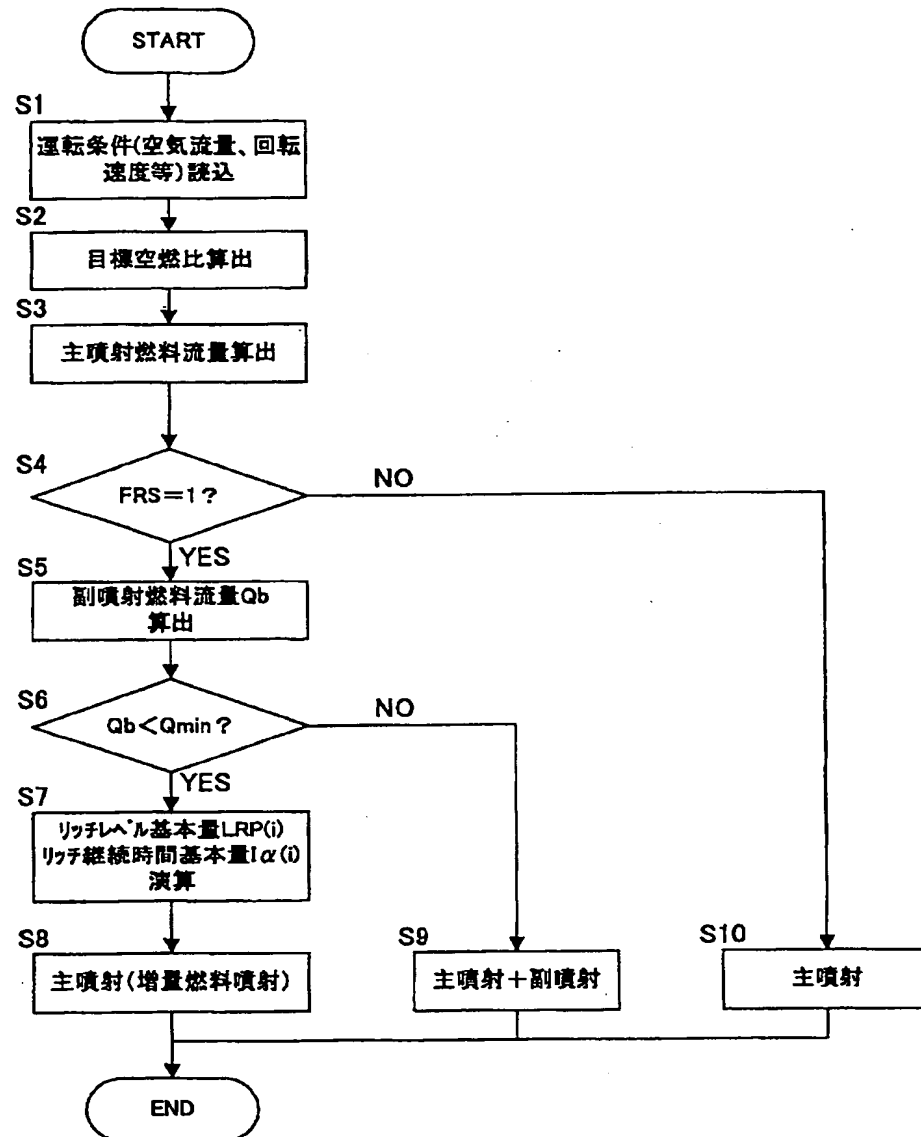
【図6】



【図7】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
F01N 3/18
3/24
3/28
F02D 45/00

識別記号
301
314

FI
F01N 3/18
3/24
3/28
F02D 45/00

ノート(参考)
B
E
R
301E
314Z

Fターム(参考) 3G084 AA04 BA09 BA13 BA15 DA10
DA11 EA07 EA11 EB08 EB11
EC02 FA10 FA13 FA18 FA20
FA29 FA33 FA38
3G091 AA11 AA12 AA17 AA24 AB03
AB06 BA07 BA11 BA14 CB03
DA01 DA02 DA03 DA05 DC03
EA01 EA03 EA05 EA30 EA34
EA35 FB10 FB11 FB12 GB02Y
GB03Y GB04Y GB06W HA36
3G301 HA04 HA13 HA15 JA04 JA25
LB04 MA01 MA11 MA19 MA23
MA26 MA27 NA08 NC02 ND01
NE02 NE06 NE13 NE14 NE19
NE23 PA01Z PA11Z PA17Z
PB03Z PD01Z PD02Z PE01Z
PE03Z PE08Z